

Matti Heikkilä

Vesikaton rakentaminen elementteinä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

16.11.2012

Tekijä(t) Otsikko	Matti Heikkilä Vesikaton rakentaminen elementteinä
Sivumäärä Aika	42 sivua 16.11.2012
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Timo Riikonen Vastaava työjohtaja Teijo Jantunen
<p>Rakennuksen vesikatto on perinteisesti rakennettu nostamalla valmiit NR-ristikot yksi kerrallaan valmiin rungon päälle. Siitä on jatkettu tekemällä räystäärakenteet ja asentamalla aluskate. Aluskatteen jälkeen on tehty vesikatteen tarvitsemat alusrakenteet, jonka jälkeen itse vesikate on asennettu. Nämä kaikki työt on tehty vaiheittain ja työskennellessä erittäin korkealla. Tämä on tarkoittanut suuria työturvallisuusriskejä, ja korkealla työskentely on myös tehottomampaa kuin maassa työskennellessä. Lisäksi perinteinen rakennustapa on sitonut nosturin käytön pitkäksi aikaa ja myös työn suorittamiseksi turvallisesti on tarvittu henkilönostimia. Rakennuksen kosteudenhallinta on ollut myös hankalaa, sillä runkotyön valmistuttua vesikaton saamiseksi vesitiiviiksi on kulunut aikaa noin kaksi—kolme viikkoa, tämä taas viivästyttää sisätyövaiheen aloitusta, koska rakennuksen kuivuminen alkaa käytännössä vasta vesikaton valmistuttua.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimuskohteissa vesikatto rakennettiin maassa valmiiksi elementeiksi ja nostettiin valmiin rungon päälle. Vesikatto rakennettiin neljässä lohossa ja lohkoissa olivat kaikki rakenteet; NR-ristikot, räystäsrakenteet, vesikatteen pohjarakenteet ja bitumipohjahuopa. Lisäksi elementteihin oli asennettu IV-laitteistojen vaatimat piiput sekä viemärien tuuletusputket. Elementtien noston jälkeen liitettiin elementit toisiinsa ja tehtiin pohjahuovan paikkaukset, näin ollen vesikatosta saatiin vesitiivis nopeasti.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin vesikaton kahden eri toteutustavan vaikutusta rakennushankkeessa, mitä hyötyjä tai haittoja toteutustavoilla saavutetaan ja miten vesikaton toteutus vaikuttaa rakennusaikaan ja kustannuksiin. Aiheesta ei tutkimuksen aikana ole löytynyt kirjallisia ohjeita, joten tätä opinnäytetyötä voidaan käyttää ohjeistuksena yrityksen seuraavien kohteiden vesikattotyön suunnittelussa.</p>	
Avainsanat	vesikatto, elementtirakentaminen, NR-ristikko, kosteudenhallinta, työturvallisuus

Author(s) Title	Matti Heikkilä On-the-Ground Roof Construction into Elements
Number of Pages Date	42 pages 16 November 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Building construction
Instructor(s)	Timo Riikonen, Senior Lecturer Teijo Jantunen, General Foreman
<p>The roof of a building is traditionally constructed by raising the ready roof trusses one at a time on the finished frame. This is followed by the construction of eaves and installation of the underlay. When the underlay has been installed, the necessary sub-structures are made, after which the roofing is installed. All this is done in stages and working in very high places. This has meant a major safety risk and working at heights is also less efficient than working on the ground. In addition, the crane needs to be employed for a long time in the traditional method of construction, and access equipment and personal lifts need to be used to carry out the work safely. Moisture management of the building has also been difficult, because once the framework has been completed, it takes two to three weeks to make the roof watertight. This in turn delays the start of working inside the building, as the building in practice only begins to dry out once the roof is complete.</p> <p>In this graduate study, the roof was constructed on the ground into ready elements, which were then hoisted on the finished frame. The roof was built in four blocks and the blocks included all the structures; roof trusses, eaves of the roof and the base structures and underlay bitumen felt. In addition, equipment required by the IV-pipes, and sewer vent pipes were installed in the elements. After lifting the elements they were connected to each other and underlay bitumen felt patches were made. Therefore, the roof was watertight quickly.</p> <p>This study investigated two different types of implementations of the roofing and their impact on the construction project. The study also assesses the benefits or drawbacks of the two options and how the type of roof implementation affects the construction time and cost. During the study, no written instructions were found, so this thesis can be utilized as the company's guidance for upcoming projects in the design of the roof work.</p>	
Keywords	Roof, element, roof trusses, block, moisture management

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Yleistä	1
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet	1
1.3	Rajaukset	1
2	Tutkimuksen rakenneratkaisut	2
2.1	Paikalla rakennettu vesikatto	2
2.2	Maassa elementeiksi rakennettu vesikatto	2
3	Tutkimuskohteet	3
3.1	Vesikatto maassa elementeiksi rakentaen	3
3.1.1	As Oy Huittisten Keskushovi	3
3.1.2	As Oy Porin Trumpetti	4
3.2	Vesikatto paikalla rakentaen, yrityksen mallikerrostalo	5
4	Toteutustavan valintaan vaikuttavat tekijät	6
4.1	Katemateriaalin ja kattomuodon vaikutus	6
4.1.1	Vesikaton kantava rakenne ja kattomuodot	6
4.1.2	Katemateriaalit	8
4.2	Logistiikka	11
4.2.1	Materiaalitoimitukset ja varastointi	11
4.2.2	Työmaan sisäiset siirrot	12
4.2.3	Vesikattoelementtien nosto	12
4.3	Aikataulut	13
4.4	Olosuhteet	14
4.5	Työturvallisuus	15
4.6	Kosteudenhallinta	16
5	Toteutustavan vaikutus suunnitteluun	17

5.1	Arkkitehtisuunnittelu	17
5.2	Rakennesuunnittelu	17
5.3	LVIS-suunnittelu	18
5.4	Rakennustyömaan aluesuunnittelu	19
6	Vesikaton rakentaminen	23
6.1	Paikalla rakentaen	23
6.1.1	Vesikaton puutyöt	23
6.1.2	Vesikatteen asennus	24
6.1.3	Työturvallisuus	24
6.1.4	Aikataulu	26
6.1.5	Paikallaan rakentamisen hyödyt ja haitat	27
6.2	Maassa elementeiksi rakentaminen	27
6.2.1	Pohja- ja puutyöt	27
6.2.2	Vesikatteen asennus	29
6.2.3	Työturvallisuus	30
6.2.4	Aikataulu	32
6.2.5	Vesikaton elementteinä rakentamisen hyödyt ja haitat	32
6.2.6	Vesikattoelementtien rakentaminen kauempana	33
7	Kustannusvertailu	35
7.1	Materiaalikustannukset	35
7.2	Työkustannukset	35
7.3	Kalustokustannukset	37
7.4	Kustannusten yhteenveto	38
8	Johtopäätökset	39
9	Pohdinta	40
	Lähteet	41

1 Johdanto

1.1 Yleistä

Opinnäytetyö tehdään Skanska Talonrakennus Oy Satakunnalle. Satakunnassa Skanska rakentaa muun muassa asuinkerrostaloja, liikekiinteistöjä, saneeraa kerrostaloja ja vanhoja teollisuuskiinteistöjä sekä on Olkiluodossa monessa projektissa mukana.

Opinnäytetyön aihe nousi esiin työmaan tarpeesta; työnjohto oli päättänyt vuonna 2011 As Oy Huittisten Keskushovin työmaalla tehdä vesikaton maassa työturvallisuus- ja aikataulusyistä, koska kohde onnistui hyvin, päättivät työnjohtajat toteuttaa myös seuraavan kohteensa samalla tavalla. Edellisestä kohteesta opittujen asioiden ansiosta toinen työmaa onnistui vielä paremmin. Nyt työmaan toiveena oli saada opinnäytetyö vesikaton rakentamisesta maassa. [1.]

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, mitä hyötyjä saavutetaan rakentamalla vesikatto maassa elementeiksi verrattuna perinteiseen paikalla rakentamiseen sekä laatia ohjeet vesikaton tekemiseen maassa. Rakennustapojen etuja vertaillaan niiden aikataulujen ja työmenekkien vertailuina sekä selvitetään, miten vesikaton rakentaminen elementteinä vaikuttaa työmaan turvallisuuteen, kosteudenhallintaan, logistiikkaan ja suunnitteluun.

1.3 Rajaukset

Opinnäytetyön tutkimukset rajattiin yksiportaisiin asuinkerrostalokohteisiin, tosin ohjeita voidaan soveltaa myös muun tyyppisiin kohteisiin. Työssä tutkituissa rakennuskohteissa oli erilaiset kattomuodot: aumakatto ja pulpettikatto. Tutkimuskohteissa katteena käytettiin bitumihuopakatetta ja vesikaton kantavana runkona olivat NR-ristikot. Työssä käydään läpi erilaisten kattomuotojen sekä katemateriaalin vaikutus vesikaton toteutustapaan.

2 Tutkimuksen rakenneratkaisut

2.1 Paikalla rakennettu vesikatto

Vesikaton paikallaan rakentamisella tarkoitetaan perinteistä tapaa rakentaa, siinä kaikki rakennusosat asennetaan katolla erikseen paikalleen. Paikalla rakennetun vesikaton työvaiheet ovat kattotuolien nosto yksitellen rungon päälle, niiden asennusaikainen tuenta, lopullinen tuenta, räystäsrakenteiden teko, aluskatteen asennus, tuuletusrimojen ja ruoteiden kiinnitys, otsalautojen asennus sekä vesikatetyöt. [2.]

2.2 Maassa elementeiksi rakennettu vesikatto

Vesikaton rakentaminen maassa tarkoittaa, että kattotuolit kiinnitetään toisiinsa ja tuetaan maassa yhtenäiseksi elementiksi. Maahan on tehty puupalkeista vesikattoa varten tasainen kokoamisalusta. Maassa rakennettaessa kattotuolien päälle asennetaan myös aluskate, tuuletusrimat, vesikatteen ruoteet sekä tehdään vesikaton räystäsrakenteet valmiiksi. Vesikattoelementin rakenne riippuu kuitenkin päälle tulevasta vesikatemateriaalista, toiset vesikatemateriaalit voidaan asentaa jo maassa valmiiksi ja koko katto pystytään nostamaan ehjänä kokonaisuutena paikalleen. [1.]

3 Tutkimuskohteet

3.1 Vesikatto maassa elementeiksi rakentaen

3.1.1 As Oy Huittisten Keskushovi

Kohde on viisikerroksinen ja yksiportainen kerrostalo Huittisissa, jossa on 20 asuntoa ja 1. kerroksessa yksi liiketila sekä seitsemän lämmintä autotallia. Projekti alkoi loppu kesällä 2011 ja valmistui huhtikuussa 2012. Rakennukseen oli suunniteltu aumakatto, joka päätettiin rakentaa maassa elementeiksi ja nostaa paikalleen (kuva 1). Työmaan tontilla sijaitsi rakennus, joka purettiin pois, jolloin vanhan rakennuksen pohjalaatan päällä päästiin kokoamaan vesikattoelementtejä. Vesikatto tehtiin neljässä lohossa ja nostettiin paikoilleen, elementin rakenteessa olivat kattotuolit, kattotuolien tuennat, raakaponttilaudoitukset ja pohjahuopa sekä räystäsrakenteet. Vesikatto saatiin nopeasti vesitiiviiksi ja näin ollen sisätöiden aloitus nopeutui huomattavasti. [1.]



Kuva 1 As Oy Huittisten Keskushovi vesikattoelementin asennus

3.1.2 As Oy Porin Trumpetti

Kohde on kuusikerroksinen kerrostalo Porissa Kokemäenjoen rannassa, jossa on 19 asuntoa yhdessä porrashuoneessa ja pohjakerroksessa kuusi lämmintä autotallia. Rakennustyöt alkoivat huhtikuussa 2012 ja valmistuvat tammikuussa 2013. Rakennukseen suunniteltu kattomuoto oli pulpettikatto, ja vesikatto päätettiin toteuttaa elementteinä jo suunnitteluvaiheessa. Työmaalla vesikaton rakentaminen maassa huomioitiin aikataulu-, työmaan alue- ja resurssisuunnitelmissa. Vesikatto toteutettiin näljässä lohkoissa, ja elementtiin oli asennettuna kattotuolit ja niiden tuennat, nostopalkit (kuva 2), raakaponttilaudoitukset, IV-poistopiippujen kotelot, pohjahuopa ja otsalaudat. Lisäksi kaikki näkyvät räystäsrakenteet maalattiin maassa valmiiksi. Vesikattoelementtien noston jälkeen katolla tehtiin välittömästi lohkojen yhdistäminen ja pohjahuovan paikkaus, jolloin rakennus saatiin erittäin nopeasti sateelta suojaan ja sisätyövaihe nopeasti käyntiin. Yksi selkeä parannus Keskushovin vesikattoon oli rakenteeseen jäävät puiset nostopalkit, koska Keskushovissa käytettiin noston aikaisia metallisia palkkeja, joiden poistaminen rakenteesta aiheutti lisätöitä. [1.]



Kuva 2 Nostopalkki

3.2 Vesikatto paikalla rakentaen, yrityksen mallikerrostalo

Vertailuissa käytettiin As Oy Porin Trumpetin (kuva 3) tietoja ja tarkasteltiin, miten kohde olisi onnistunut ja miten käytännössä olisi vaikuttanut, jos vesikatto olisi toteutettu perinteiseen tapaan paikalla rakentaen. Trumpetin vesikattoon liittyi myös teräsrakenteinen terassin runko ja vesikatto jatkui tämän teräsrungon yli. Tässä opinnäytetyössä ei ole kuitenkaan kummankaan rakennustavan vertailussa otettu huomioon vesikaton teräsrakenteista osaa.



Kuva 3 As Oy Porin Trumpetti

4 Toteutustavan valintaan vaikuttavat tekijät

4.1 Katemateriaalin ja kattomuodon vaikutus

Katemateriaali ja kattomuoto vaikuttavat vesikaton rakentamiseen maassa. Eri vesikatemateriaaleilla vesikaton rakentaminen maassa voidaan tehdä erilaisiin valmiusasteisiin ja toisaalta vesikaton muoto ja kaltevuus vaikuttavat katemateriaalin soveltuvuuteen rakennuskohteessa. Vesikaton muoto, kaltevuus ja katemateriaali saatetaan myös määrätä tarkkaan alueen kaavoituksessa. [1.]

4.1.1 Vesikaton kantava rakenne ja kattomuodot

Tutkimuskohteissa vesikaton kantavana rakenteena käytettiin tehdasvalmisteisia NR-ristikoita, eli naulalevyristikoita, toisin sanoen kattotuoleja. NR-rakenteet valmistetaan rakennesahatavarasta ja puuosien liitoksissa käytetään naulalevyä. NR-rakenteissa käytettävä naulalevy on yleensä valmistettu sinkitystä teräslevystä, teräslevyn toisella puolella on levystä meistettyjä piikkejä. Ristikoissa käytettävä puutavara on aina lujuuslajiteltua, lujuuslajittelu voidaan tehdä visuaalisesti eli silmämääräisesti tai koneellisesti. Visuaalisesti lajiteltaessa puusta tutkitaan lujuuteen vaikuttavia vikoja, kuten isoja oksia. Koneellisessa lujuuslajittelussa puun taivutusjäykkyyttä mitataan, koska puun taivutusjäykkyys on suoraan verrannollinen sen lujuuteen. Visuaalisesti tarkastetun puutavaran tuntee merkinnöistä T40, T30, T24 ja koneellisesti lajitellun vastaavasti MT40, MT30, MT24 ja MT18. NR-rakenteet suunnittelee naulalevyrakenteiden suunnitteluun erikoistuneet suunnittelijat, suunnittelun perustietoina ovat rakennuksen päärakennesuunnittelijan antamat lähtötiedot, kuten rakennuksen päämitat ja kuormitukset. [3.] Rakennettaessa vesikatto maassa elementeiksi tulee NR-ristikoiden suunnittelijalle antaa myös mahdollisimman tarkat suunnitelmat vesikaton lohkojaosta ja suunnitelluista nostopaikoista.

Vesikaton rakentaminen maassa on mahdollista kaiken mallisilla katoilla, parhaat hyödyt saavutetaan yksinkertaisen pulpettikaton tekemisellä, sillä silloin vesikatolla tehtäviä vesikattoelementtien liittämistä toisiinsa on mahdollisimman vähän. Monimuotoisempia kattoja voidaan tehdä myös, mutta silloin elementtien lohkojakoa ja liittämistä toisiinsa pitää miettiä tarkemmin. Toisessa esimerkkikohteessa As Oy Huittisten Keskushovin työmaalla vesikaton muoto oli aumakatto ja sen lohkojako tehtiin niin, että

vesikaton ulkojiirit saatiin tehtyä maassa valmiiksi ja elementtien yhdistäminen tapahtui vesikaton suoralla osalla. (kuva 4) [1.]



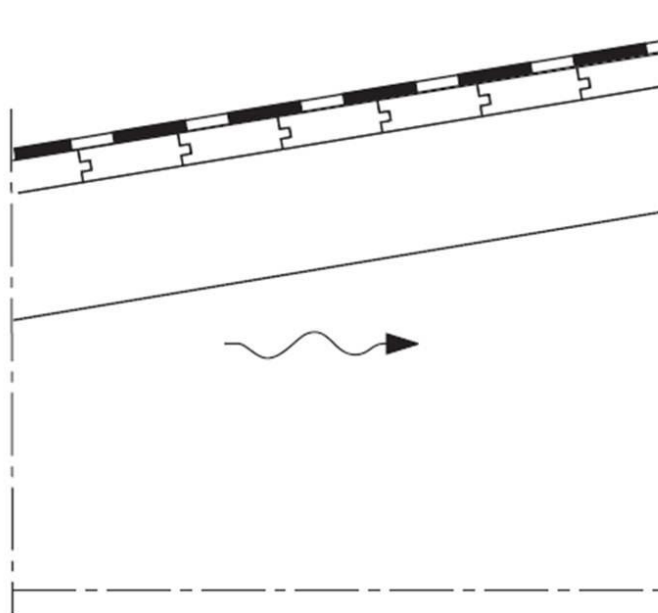
Kuva 4 Kattoelementti jossa ulkojiiri

4.1.2 Katemateriaalit

Bitumihuopa

Bitumihuopaa voidaan käyttää laajasti vesikaton eri kaltevuuksilla, tässä työssä bitumihuopakatteella tarkoitetaan yleisesti kaksinkertaista hitsattua bitumikatetta. Bitumikatetta voidaan käyttää laajasti eri kattokaltevuuksilla 4:1—1:20 [4]. Molemmissa tutkimuskohteissa vesikatteena käytettiin bitumihuopakatetta. Bitumihuopakatteen rakenne on yksinkertainen: pintahuopa, pohjahuopa, umpeen laudoitettu raakaponttilaudoitus tai vaneri. [5]. Tutkituissa kohteissa vesikatot tehtiin neljässä lohossa, jokaiseen lohkoon oli asennettu pohjahuopa ja lohkojen liittymä kohtiin jätettiin pohjahuopakaistaa kiinnittämättä. Vasta kun lohkojen väliin jätetyt noin 200 mm asennusvarat on tukittu vanerikaistoilla, pohjahuopa liimataan saumojen ylitse. [1.]

Bitumihuovan käyttö mahdollistaa mahdollisimman nopean vesitiiviyyden, kun vesikatto toteutetaan useampaan lohkoon jaettuna elementteinä. Elementtiasennuksen jälkeen tukitaan asennusvarat elementtien saumoista ja tehdään vaneripaikat nostoapuvälineiden läpimienoreikiin sekä asennetaan pohjahuopa näihin paikkoihin. [1.]

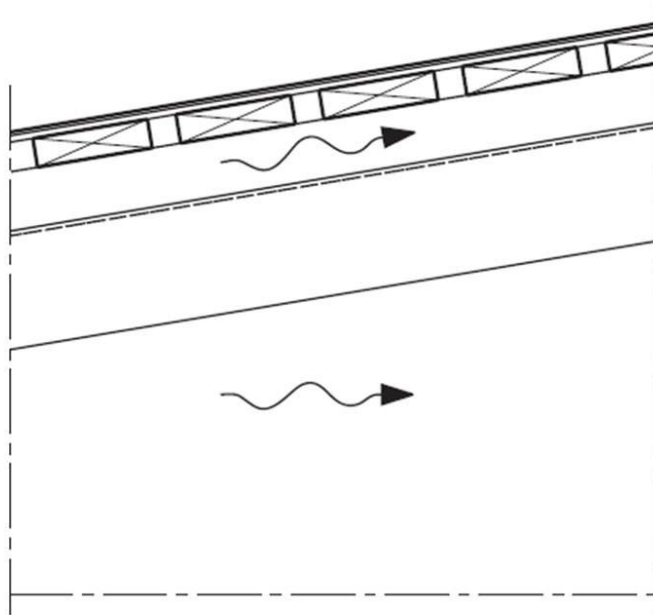


Bitumikermikate rakennusselostuksen mukaan
Raakaponttilaudoitus rakennesuunnitelman mukaan
Kattokannattajat ja tuulettuva ilmatila (vähintään 100 mm) rakennesuunnitelman mukaan

Kuva 4 Bitumihuopakaton leikkaus [5.]

Pelti

Peltikatteita on useaa eri tyyppiä, tässä peltikatteella tarkoitetaan paljon kerrostaloissa käytettävää konesaumattua peltikatetta. Konesaumattuja peltikatteita voidaan käyttää kaltevuuksilla 4:1—1:6. [4.] Peltikatteen pohjarakenne eroaa bitumihuopakatteen alusrakenteesta paljon, sillä peltikate tarvitsee erillisen aluskatteen. Peltikaton pohjarakenne alkaa kattotuoleista, niiden päälle asennetaan aluskate ja tuuletusrimat, tuuletusrimojen päälle asennetaan peltikaton ruodelaudoitus. Ruodelaudoituksen jako ja materiaali riippuvat tulevasta peltikatteesta ja katemateriaalin valmistaja antaa nämä ohjeet ruodelaudoitukseen. [5.] Jos vesikatto tehdään useampana elementtinä maassa, niin vesikatteen asennus maassa ei ole mahdollista, sillä peltikatteen jatkaminen keskeltä kattoa ei onnistu. Eli katolla pitää tehdä aluskatteen ja ruoteiden jatkot sekä peltikatteen asennus.[1.]

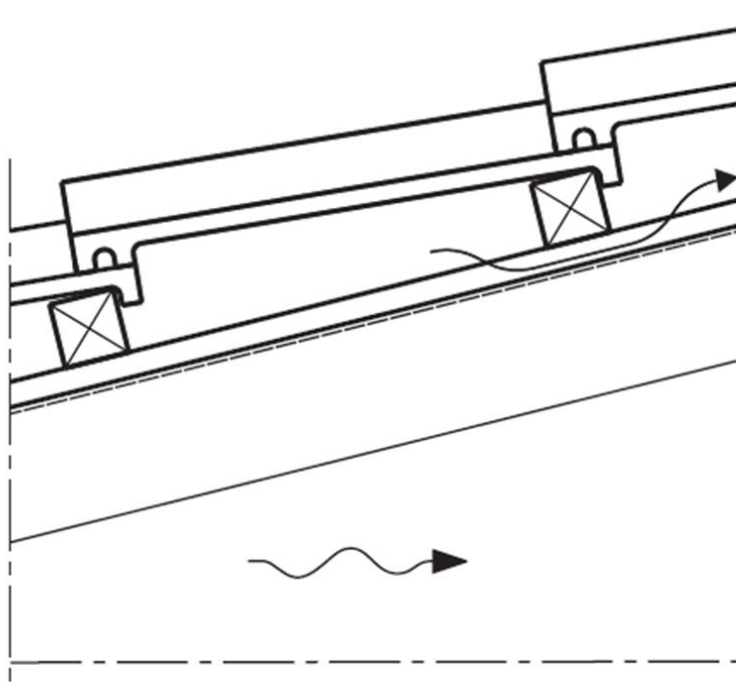


Konesaumattu peltikate rakennusselostuksen mukaan, 2-kertaiset tiivistetyt saumat
 Vaimennuskaista (5 x 50...100), peltirivien keskellä
 Ruodelaudoitus rakennesuunnitelman mukaan
 Korokerimat (50 x 50) kattokannattajien kohdalla / tuulettuva ilmatila
 Aluskate
 Kattokannattajat ja tuulettuva ilmatila (vähintään 100 mm) rakennesuunnitelman mukaan

Kuva 5 Peltikaton leikkaus [5.]

Tiili

Nykyään yleisesti tiilikatolla tarkoitetaan betonitiilikattoa, mutta kattotiiliä tehdään yhä myös savesta, saviset kattotiilet ovat kuitenkin harvemmin käytettyjä. Betonitiilikatetta voidaan käyttää kattokaltevuuksilla 1,5:1—1:4. [4.] Tiilikatteen pohjarakenne eroaa bitumihuopakatteen alusrakenteesta, mutta on samantyyppinen kuin peltikatteella. Betonitiilikaton pohjarakenne alkaa kattotuoleista, niiden päälle asennetaan aluskate ja tuuletusrimat ja tuuletusrimojen päälle asennetaan tiilikaton ruodelaudoitus. Tiilikatteen valmistaja antaa ohjeet tiilikaton ruoteiden asennukseen. [5.] Tiilikatetta ei voida asentaa maassa valmiiksi sen suuren massan vuoksi. Katto voidaan tehdä elementeiksi muuten ja nostaa paikoilleen, mutta katolle tehtäviksi töiksi jää aluskatteen ja ruoteiden jatkaminen elementtien saumoissa sekä tiilikatteen asennus. [1.]



Kattotiilet rakennusselostuksen mukaan
 Ruoteet rakennesuunnitelman mukaan
 Korokerimat 22 x 50...100 / tuulettuva ilmaväli
 Aluskate
 Kattokannattajat ja tuulettuva ilmatila (vähintään 100 mm) rakennesuunnitelman mukaan

Kuva 6 Tiilikaton leikkaus [5.]

4.2 Logistiikka

Työmaan logistiikalla tarkoitetaan työmaan materiaalivirtojen, eli tilausten ja toimitusten hallintaa [7]. Logistiikalla on työmaan toteutuksen kannalta erittäin suuri merkitys, jos logistiikka ei toimi ja tavaratoimitukset eivät tule ajallaan. Logistiikan toimimattomuudesta aiheutuu työmaalle ylimääräisiä kustannuksia, sellaisia ovat esimerkiksi aliurakoitsijoiden odotustunnit. [1].

4.2.1 Materiaalitoimitukset ja varastointi

Tontin sijainti, ahtaus ja koko vaikuttavat oleellisesti työmaan logistiikan suunnitteluun. Jos työmaalla ei ole tilaa varastoida materiaaleja, tulee toimitukset suunnitella hyvin ja niiden pitää toteutua erittäin tarkasti. Varastoalueet suunnitellaan niin, ettei tavaroita tarvitse siirrellä useita kertoja, vaan ne voidaan asentaa paikalleen suoraan varastopaikasta. Varastoalueet suunnitellaan työmaan aluesuunnitelmassa.

Vesikattotyössä suurimmat varastoitavat tavarat ovat kattotuolit ja puutavara kattotuolien tukemiseen, räystäsrakenteisiin sekä vesikatteen aluslaudoitukseen. Puutavara varastoidaan aluspuiden tai kuormalavojen päälle siten, ettei maan kosteus pääse vaikuttamaan niihin. Lisäksi tavarat peitetään säänkestävällä peitteellä, jolla estetään materiaalien kastuminen ja lumen ja jään haittavaikutukset. [7.] Kattotuolien varastointiin on kiinnitettävä erityistä huomiota, sillä kattotuolit on suunniteltu toimiviksi pystyasennossa, joten ne tulisi myös varastoida pystyssä. Pystyasennossa varastoitaessa kattotuolit tuetaan tukipisteistä ja niputetaan toisiinsa niin, että kattotuolit voidaan irrottaa nostoa varten yksitellen. [8.] Oikeaoppisella materiaalien suojauksella ja tilaamalla vain oikea määrä, oikeaa tavaraa, oikeaan paikkaan saavutetaan säästöjä materiaalin hukan vähentymisellä sekä ylimääräisten siirtojen ja varastoinnin vähentymisellä [9].

4.2.2 Työmaan sisäiset siirrot

Työmaan sisäisillä siirroilla tarkoitetaan työmaan varastoalueelle tuotujen tarvikkeiden siirtämistä työkohteeseen. Sisäiset siirrot ovat ylimääräistä työtä ja niitä pitäisi välttää, jottei ylimääräisiä kustannuksia syntyisi. Suoraan työkohteeseen varastoidut tavarat nopeuttavat huomattavasti työn aloitusta, koska tällöin työn aloitusvaiheen materiaali-siirrot jäävät kokonaan pois. Materiaalien siirtelyn vähentyessä myös materiaalien vaurioituminen siirroissa vähenee. Kun työnaikaisia siirtoja on mahdollisimman vähän, vähenevät myös siirtokaluston käyttö ja materiaalien suojaustarve. [9.] Parhaimmillaan työmaan aluesuunnitelmassa on merkitty kaikki oleelliset varastoalueet selkeästi ja esimerkiksi rakentaessa vesikattoa maassa kattotuolit sekä muut tarvikkeet on varastoitu rakennuspisteen viereen eikä nostokalustoa tarvita elementtien kokoamistyössä. Työmaan sisäisten siirtojen tarve on tällöin huomattavasti pienempi, verrattuna perinteiseen tapaan rakentaa vesikatto, esimerkiksi rakennettaessa vesikatto paikallaan tarvitaan sisäisissä siirroissa ja nostoissa lähes koko ajan nosturia sekä apumiestä, joka kiinnittää kuorman nosturiin. [1.]

4.2.3 Vesikattoelementtien nosto

Vesikattoelementtien nosto pitää suunnitella jo työmaan aluesuunnitelmaa laadittaessa, sillä työmaan nostokalustosta riippuen vesikaton kokoamispaikka tulee olla nostokaluston ulottuvissa. Kerrostalokohteissa on runkovaiheessa yleensä käytössä riittävän iso nostokalusto, joten vesikaton massa ei aiheuta ongelmia. Rakennesuunnittelija merkitsee vesikaton rakennepiirustuksiin katon lohkojaon, lohkojen nostopisteet sekä lohkon kokonaispainon. Rakennesuunnittelija myös laskee ja määrää tarvitaanko muita nostonaikaisia lisärakenteita kuin nostopalkki. Nostopalkki kiinnitetään kattotuolien yläpaarten alapintaan niin, että nostopisteiden kohdalle tehdään reiät vesikaton pintarakenteeseen. Ennen nostotyön aloitusta tarkastetaan nostoapuvälineiden kuten nostoliinojen ja nostoraksien kunto sekä maksimikuormat. [1.]

Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta 16 § lisämääräykset puuelementtirakentamisen turvallisuudesta:

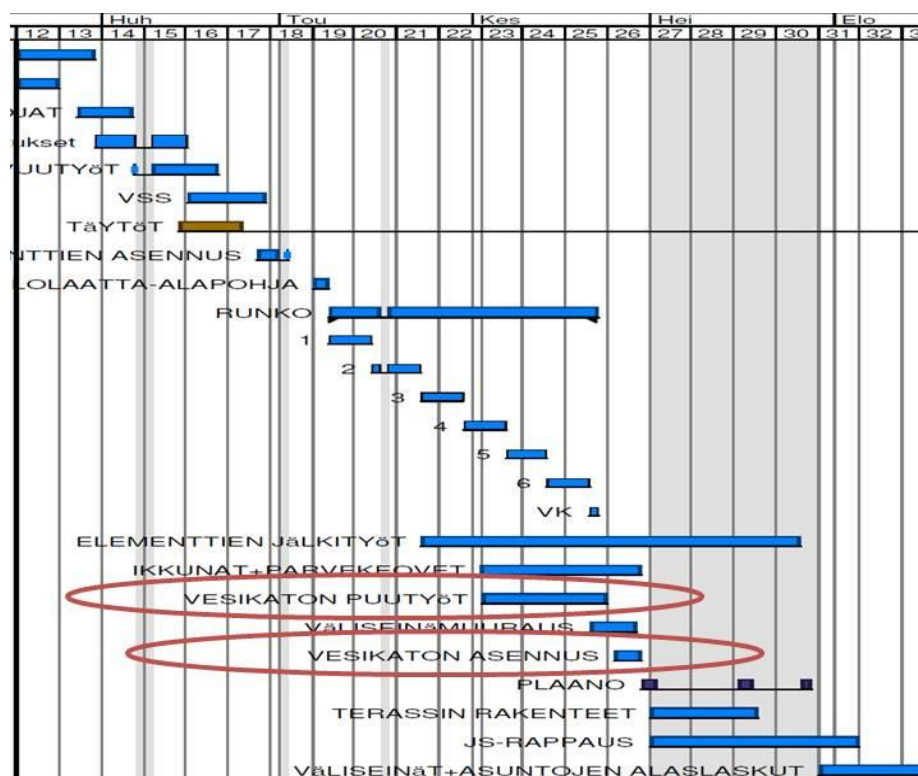
Puuelementtien asennussuunnitelmaa laadittaessa on suunnittelussa otettava huomioon puuelementtien liitosten vaikutus rakenteen työnaikaiseen vakavuuteen ja asentamisen turvallisuuteen.

Puuelementtirakentamisessa on tarkistettava puuelementtien nostokohdat ennen nostoa. Nostoapulaitteet on kiinnitettävä asennussuunnitelman mukaisiin paikkoihin. Puuelementtien on nostettaessa oltava tasapainossa. Tarvittaessa on käytettävä nostopalkkia. Nostoapulaitteita ei saa irrottaa ennen kuin on varmistettu puuelementtien kuten liimapuurakenteiden, pilarien, seinien, ristikoiden, kiinnitysminen ja asennussuunnitelman mukaiset tuennat. Tukia ei saa poistaa ennen puuelementin lopullista kiinnittämistä. Erityisesti on huolehdittava siitä, etteivät rakenteet halkeile tai muuten vaurioidu liittimien, nostolenkkien ja vastaavien rakenteen osien kohdalta. [10.]

Nostettaessa nostoliinojen avulla tulee nosturin ketjut säätää niin, että elementti nousee suorassa. Nostoalueen tulee olla rajattu ja ihmisten pääsy nostoalueelle estetty, jolloin vältetään turhilta vaaratilanteilta. Vesikattoelementtiin pitää kiinnittää ohjausköysi, jolla voidaan hallita elementin liikkeitä ilmassa. Asentajilla ja nosturinkuljettajalla tulee olla esteetön näkö- tai puheyhteys koko noston ajan. Nostotöissä tulee ottaa myös huomioon nostohetkellä vallitsevat sääolosuhteet, sillä yli 10 m/s tuulella tulee noudattaa erityistä varovaisuutta ja yli 15 m/s tuulella työskentely keskeytetään. [8.]

4.3 Aikataulut

Aikataulu vaikuttaa vesikaton toteutustapaan oleellisesti, sillä vesikaton rakentamisella maassa on mahdollista saada lyhennettyä oleellisesti rakennusaikaa. Perinteiseen tapaan paikallaan rakentaessa vesikattotyöt voidaan aloittaa vasta runkotyön päätyttyä. Mutta jos vesikatto rakennetaan maassa elementeiksi, runkotyö ei vaikuta vesikattotyön aloittamiseen, sillä vesikattotyötä voidaan tehdä samaan aikaan rungon kanssa (kuva 7). Maassa rakennettaessa ainoa vaatimus vesikattotyön aloittamiselle on, että maanrakennusurakoitsija on saanut tasattua alueen, jossa vesikattoelementit rakennetaan. Vesikattoelementit voidaan rakentaa valmiiksi ja välittömästi runkotyön valmistuttua pystytään asentamaan vesikattoelementit paikalleen, käytännössä tämä tarkoittaa vesikattoelementin rakenteesta riippuen 1—3 viikon aikataulusäästöä. Suurimmat aikataulusäästöt saadaan käytettäessä mahdollisimman pitkälle esivalmistettuja vesikattoelementtejä, jolloin katolla tehtäviä töitä jää mahdollisimman vähän. Esivalmistuksen taso riippuu katemateriaalista, esimerkiksi bitumihuopakatteella tehtävä katto voidaan tehdä niin, että vesitiiviyyden saavuttamiseksi katolla tehdään vain elementtien liitokset. [1.]



Kuva 7 Vesikattotöiden sijoittuminen yleisaikatauluun

4.4 Olosuhteet

Rakentamisessa olosuhteet vaihtuvat tiheään, ja suurimmat olosuhdemuutokset tapahtuvat vuodenaikojen vaihtuessa. Kesällä rakentaessa kaikki rakennustyöt sujuvat yleensä nopeammin, turvallisemmin ja kustannustehokkaammin kuin talvella, koska talvi aiheuttaa paljon lisätöitä esimerkiksi lumen poistoa ja lämmityskustannuksia. Aina ei kuitenkaan ole mahdollista ajoittaa runko- ja vesikattovaiheen töitä kesään, tällöin joudutaan miettimään miten varaudutaan olosuhteiden muuttumiseen. Talvirakentamisessa riskit ovat aina paljon suuremmat, koska esimerkiksi talvella betonivalut voivat jäätyä ja ihmiset liukastua helpommin. Talvella työmaalle pitää varata aikaa ja rahaa, jotta talven aiheuttamat lisätyöt voidaan suorittaa ja rakentaa vuodenaikasta riippumatta laadukkaasti. Talvella lisäkustannukset muodostuvat kokonaistyömenekin kasvusta, lisääntyneestä materiaalihukasta, muuttuneista materiaaleista, energian tarpeen kasvusta, koneiden ja laitteiden lisätarpeesta sekä rakennusajan pidentymisestä. Yleisesti talvirakentaminen aiheuttaa tavanomaisessa asuinkerrostalokohteessa 0–6,4 % kasvun työmaan kokonaismenekkiin ja runkotyövaiheen suorittaminen talvella aiheuttaa 5,5–7,5 %:n lisäkustannukset kesään verrattuna. [11.]

Paikallaan rakennettaessa kesällä ainoat olosuhteiden aiheuttamat häiriöt ovat kova tuuli, joka voi hankaloittaa tai estää nostotyöt sekä kovat sadekuurot jotka estävät työskentelyn. Talvella lisätöitä aiheuttaa jään ja lumen poistaminen asennuspohjien päältä, tällaiset työvaiheet ovat katolla erittäin vaarallisia liukkauden vuoksi. Työkohteen suojaus suojapeitteellä työpäivän päätteeksi on yksi talven aiheuttamista lisätöistä ja kaiken lisäksi katolle on järjestettävä kunnollinen valaistus. [1.]

Rakennettaessa vesikatto maassa olosuhteiden aiheuttamat häiriöt ovat vähäisemmät ja ne pystytään hallitsemaan paremmin, kuten esimerkiksi tuulen aiheuttamat häiriöt ovat pienemmät, sillä nosturilla tehtäviä nostoja on ainoastaan kokonaisten vesikattoelementtien nostot. Talvella ainoastaan vesikattoelementtien kokoamisalusta tulee puhdistaa jäätä, ennen katon rakennuksen aloittamista. Lumityöt on helpompi ja ennen kaikkea turvallisempi hoitaa maassa, koska lunta ei tarvitse pudottaa korkealta. Vesikattoelementtien rakennuspaikan ympärille on helposti järjestettävissä valaistus ja myös suojapeitteen levitys kattoelementtien päälle on paljon helpompi toteuttaa maassa. [1.]

4.5 Työturvallisuus

Suurin osa työmaan tapaturmista johtuu putoamisesta tai kaatumisesta ja kuolemaan johtaneista työtapaturmista suurin osa liittyy putoamiseen tai putoavaan esineeseen. Suurten rakennusliikkeiden työturvallisuuskäytännöt ovat pääsääntöisesti hyvin hallittuja, mutta aina on parannettavaa, sillä jokainen tapaturma on liikaa. [12.]

Rakennettaessa perinteiseen tapaan vesikatto paikallaan, korkealla suoritettavia työvaiheita on paljon ja putoamissuojauksiin pitää kiinnittää erittäin paljon huomiota. Lisäksi paikallaan rakentaessa nostojen määrä on huomattavasti suurempi kuin rakennettaessa vesikatto elementteinä. Paikallaan rakennettaessa vain vesikattokaiteiden tolpat voidaan asentaa kattotuolien päihin valmiiksi. Kattotuolien asennuksessa on käytettävä valjaita, elleivät seinäelementit eivät nouse yläpohjan ympärille ja näin ollen muodosta työturvallisuusmääräykset täyttävän kaiteen. Vesikaton alus- tai ruodelaudoitusta aloitettaessa sekä räystäsrakenteita tehtäessä pitää käyttää henkilönostinta, myös päätyräystäiden vesikattokaidetolpat pitää asentaa henkilönostimesta, sillä niiden tekeminen muulla tavoin ei ole turvallista eikä tehokasta. Vesikatolle tulee asentaa kai-

depuut heti, kun se on mahdollista, ja kaiteiden asentajilla tulee olla valjaat kiinnitettyinä, jotta työ olisi turvallista. [1.]

Rakentaessa vesikatto elementeiksi maassa voidaan suurin osa vaarallisista töistä tehdä turvallisesti ja tehokkaammin maassa, koska maassa rakentaessa työalusta on tasainen ja helppokulkuinen, räystäsrakenteet ja räystäiden maalaukset voidaan suorittaa helpommin. Kattoelementteihin asennetaan vesikattokaiteet kaidepuineen paikoilleen, jolloin vesikatolle jää mahdollisimman vähän valjaissa työskentelyä. Talven aiheuttamat työturvallisuusriskit ovat myös paremmin hallittavissa maassa työskennellessä. [1.]

Elementtirakentamisen suurin riski liittyy vesikattoelementtien nostoihin, koska vesikattoelementtien nostot ovat vielä harvinaisia pitää ne suunnitella erityisen hyvin. Elementtien nostoista pitää tehdä nostotyösuunnitelma, jossa käy ilmi elementtien massat, nostoapuvälineiden kiinnityspisteet sekä käytettävät nostoapuvälineet, nostotyöltä vaadittavat olosuhteet, nostotyövaiheet, mahdolliset noston aikaiset rakenteiden vahvistukset ja nostotyön vastuhenkilö. Nostoapuvälineiden kunto ja soveltuvuus tulee tarkastaa sekä varmistaa, että taakka nousee suorassa. Nostotyönaikana kaikki liikkuminen taakan alla tai vaara-alueella on estettävä, jottei turhia vaaratilanteita syntyisi. [13.] Työntekijöiden tulee tietää, mitä kukakin tekee ja miten nostotyö etenee, sillä vesikaton rakentaminen elementeiksi on vielä uusi tapa työntekijöillä, eikä heillä ole välttämättä tietoa työn etenemisestä.

4.6 Kosteudenhallinta

Työmaan kosteudenhallinnan tavoitteet on estää kosteusvaurioiden synty, varmistaa rakenteiden riittävä kuivuminen ilman aikatauluviivytyksiä, vähentää rakennuksen kuivaustarvetta ja pienentää materiaalihukkaa. Yleensä vasta rakennuksen valmis vesikatto estää lisäkosteuden pääsyn rakenteisiin ja vesikaton valmistuttua voidaan aloittaa rakennuksen kuivatus. [14.]

Vesikaton rakentaminen maassa nopeuttaa huomattavasti rakennuksen kuivumista, sillä vesikattoelementit voidaan rakentaa maassa samaan aikaan, kun runkotyö on käynnissä. Välittömästi runkotyön valmistuttua voidaan nostaa vesikattoelementit paikalleen. Esimerkkikohteessa As Oy Porin Trumpetissa viimeisten elementtien asen-

nuksen jälkeisenä päivänä vesikatto piti vettä. Perinteiseen tapaan rakennetun vesikaton valmistuminen samaan valmiusasteeseen olisi kestänyt noin kaksi—kolme viikkoa. [1.]

5 Toteutustavan vaikutus suunnitteluun

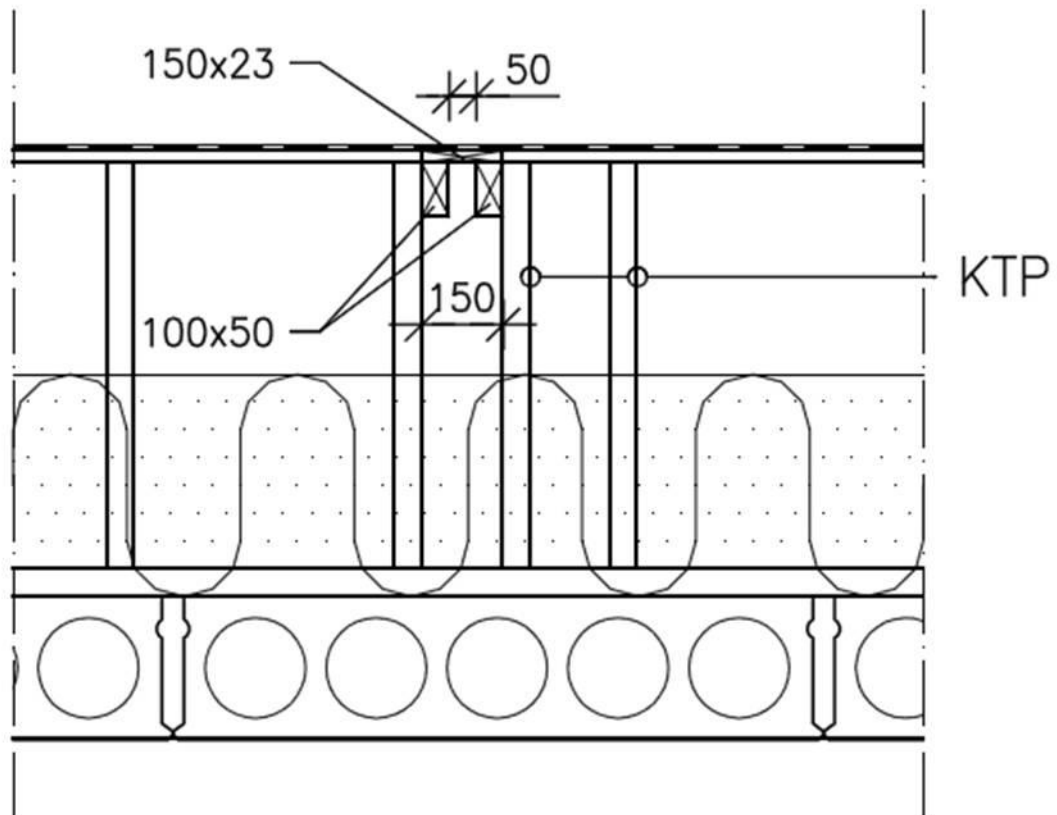
5.1 Arkkitehtisuunnittelu

Arkkitehtisuunnittelu vaikuttaa oleellisesti katon rakentamisen aikatauluun, kustannuksiin ja rakenneratkaisuihin. Katon muoto ja sen rakenneratkaisut estävät tai mahdollistavat vesikaton rakentamisen maassa tehokkaasti, esimerkiksi erittäin monimuotoisten kattojen tekeminen maassa voi olla niin työlästä ja vaativaa, että monimuotoisten kattojen rakentaminen on parempi tehdä paikallaan rakentaen. Monimuotoisissa katoissa ongelmaksi tulee elementtien lohkojaon suunnittelu järkeväksi nostojen sekä katolla yhdistämisen kannalta, koska jos katto on hyvin monimuotoinen ja se pitää rakentaa erittäin monessa osassa ja vesikaton rakenteesta riippuen lohkojen liitosten tekeminen voi hävittää elementtirakentamisen hyödyt. [1.]

5.2 Rakennesuunnittelu

Rakennettaessa vesikatto maassa rakennesuunnittelijan työtä lisää vesikattoelementtien lohkojaon suunnittelu, elementtien liitosten suunnittelu (kuva 7) elementtien lisätuennan suunnittelu ja mitoitus, nostopisteiden ja elementteihin kiinnitettävien nostopalkkien mitoitus. Rakennesuunnittelijan olisi myös hyvä mitoittaa vesikattoelementtien kokoamisalusta, jolloin varmistutaan elementtien kestävyys myös kokoamisvaiheessa. Elementtien lohkojaon suunnittelussa on tärkeintä saada mahdollisimman suuria lohkoja ja niin että lohkojen työläimmät osiot, esimerkiksi ulkojiirit, voidaan tehdä maassa valmiiksi. Elementtien lisätuenta nostoa varten tulee mitoittaa niin, että voidaan käyttää työmaalta löytyvää vakiopuutavaraa ja ainoastaan nostopalkkiin tarvitaan erikoisempaa puutavaraa, koska työmaalle ei tarvitse tilata erikoiskokoista puutavaraa [1.]

V4 – V4



Kuva 8 Vesikattoelementtien välinen liitos

5.3 LVIS-suunnittelu

Lämpö-, vesi-, ilma- ja sähkösuunnitteluun vesikaton toteutustapa ei sinällään vaikuta, mutta itse töiden työsuunnitteluun toteutustapa kuitenkin vaikuttaa. LVIS-töiden tekijöille tulee ilmoittaa mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa vesikaton toteutustapa, sillä rakentaessa vesikatto maassa voidaan joitakin ilmanvaihto- ja sähkötöitä tehdä maassa elementin kokoamisvaiheessa jo valmiiksi. Esimerkiksi jos vesikatteeksi tulee bitumihuopa, voidaan kattoelementteihin tehdä valmiiksi IV-putkien vaatimat kotelot ja näin ollen voidaan myös asentaa vesikatolle tulevia IV-kanavia sekä mahdollisia huippuimureita paikoilleen (kuva 9). Vesikatolle tulevien

huippuimureiden syöttökaapelit voidaan asentaa myös valmiiksi maassa, jolloin vesikatolle tehtäviä töitä jää mahdollisimman vähän. [1.]



Kuva 9 IV-asennuksia valmiissa elementissä

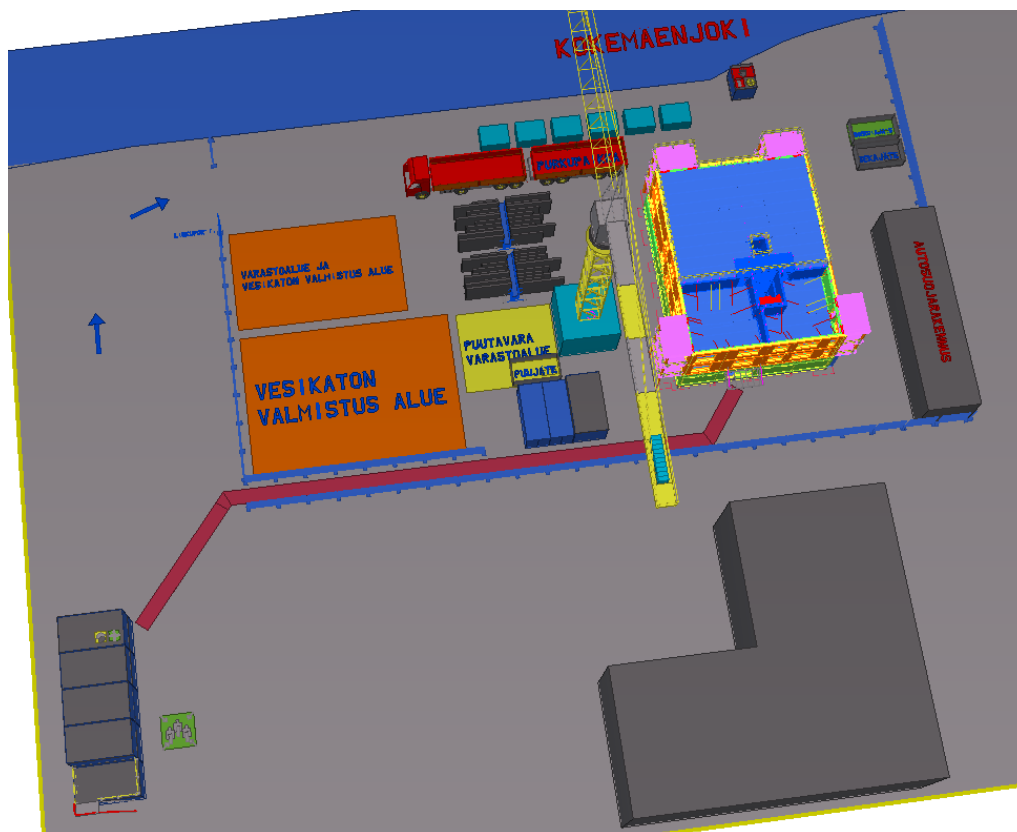
5.4 Rakennustyömaan aluesuunnittelu

Rakennustyömaan aluesuunnittelu on koko työmaan ajan jatkuvaa suunnittelua, koska se on osa rakennushankkeen toteutuksen tuotannonsuunnittelua. Siihen sisältyy yleis- ja rakentamisvaiheen suunnittelua, aluesuunnitelman laadintaa ja ylläpitämistä sekä työmaa-alueen käytön ohjausta suunnitelmia vastaaviksi. Työmaan aluesuunnittelu alkaa toteutussuunnittelu- ja urakkalaskentavaiheessa, jolloin tehdään päätökset hankkeen alustavasta toteutustavasta. Esimerkiksi tässä vaiheessa tulisi ottaa huomioon tehdäänkö vesikatto perinteiseen tapaan, vai maassa elementeiksi rakentaen. Hanke- suunnittelu- ja urakkatarjousvaiheessa työmaa-alueen suunnittelussa huomio kiinnite-

tään erityisesti koko työmaan keston ajan palveleviin järjestelyihin joista syntyy aika- ja suoritesidonnaisia kustannuksia, esimerkiksi työmaan nosturi ja sosiaalitilat. Toteutuksen tuotannonsuunnitteluvaiheessa suunnitellaan työmaa-alueen käytön oleelliset asiat koko toteutuksen ajaksi ja laaditaan yleisaluesuunnitelma. Aluesuunnitelmaa tulee täydentää, muuttaa ja laajentaa rakentamisvaiheittain rakentamisen edetessä, koska eri työvaiheissa aluesuunnitelmassa tarvitaan erilaisia palveluita ja päivitetystä aluesuunnitelmasta työntekijät näkevät heti esimerkiksi missä varastotilat milloinkin sijaitsevat. [15.] Esimerkiksi runkotyövaiheessa aluesuunnitelmassa tulee esittää vähintään

- työmaa-alueen raja- ja erotus
- liikenneväylät ja kulkutiet sekä jätehuoltojärjestelyt
- purku-, lastaus- ja varastoalueet
- työmaan suojaukset
- työmaan nosto- ja siirtojärjestelyt
- rakennukset ja työtilat
- vesi-, viemäri-, sähkö- ja tele-järjestelmät sekä sammutusjärjestelmä. [15.]

Aluesuunnitelma (kuva 10) on tiedonvälitysväline kaikille hankkeen osapuolille, ja sen tulee olla kaikkien näkyvillä, jotta siitä olisi työmaan kannalta paras hyöty [15].



Kuva 10 Työmaan aluesuunnitelma, tehtynä 3D-mallinnusohjelmalla.

Vesikaton rakentaminen maassa vaatii tontilta melko paljon tilaa ja rajoittaa näin ollen työmaa-alueen käyttöä oleellisesti. Jos tontilla on kuitenkin riittävästi tilaa ja vesikatto päätetään rakentaa maassa, tulisi tämä päätös tehdä mahdollisuuksien mukaan jo toteutussuunnittelu- ja urakalaskentavaiheessa, jolloin pystytään vielä vaikuttamaan esimerkiksi siihen, millainen nosturi työmaalle tulee. [1.]

Työmaan aluesuunnitelmassa ja toteutuksen tuotannonsuunnittelussa tulee ottaa huomioon töiden vaatimat tilan tarpeet ja että työvaiheet eivät häiritse toisiaan ja estä tehokasta työskentelyä. Esimerkiksi rakennettaessa vesikatto maassa tehdään se niin, että nosturia tarvitaan mahdollisimman vähän ja näin ollen tällöin elementtiasennusryhmän ei tarvitse odotella nosturin vapautumista muista töistä heidän käyttöönsä. [1.]

Jos vesikatto rakennetaan maassa elementeiksi, vaatii se kokonsa vuoksi erittäin paljon tilaa. Vesikaton kokoamispaikan olisi hyvä olla lähellä nosturia ja rakennettavaa rakennusta, koska silloin nostot ovat mahdollisimman lyhyitä. Ennen vesikattotyön aloitusta tulisi maanrakennustöiden olla pääosin valmiit tai ainakin vesikaton kokoamispaikan pohjan tulee olla tasattu. Lisäksi vesikatossa tarvittavien kattotuolien ja muun puu-

tavarankäyttöalue tulee olla kokoamispaikan vieressä, jolloin työaikajärjestelmien siirtojen määrä ja matka pysyy vähäisenä. Kokoamispaikka voidaan tehdä myös sellaiseksi, että sen päällä kootaan yksi elementti kerrallaan ja elementti siirretään aluspuiden päälle pois kokoamispaikalta. Tällöin kokoamispaikan ei tarvitse olla koko vesikaton kokoinen ja muotoinen, kuten kuvassa 11.



Kuva 11 Vesikaton kokoaminen kokoamisalustalla (toinen edestä), muut elementit siirretty aluspuiden päälle sivuun.

Jos työmaalla on tontti on ahdas, mutta rakennusliikkeellä on mahdollisesti tyhjä tontti lähistöllä, on myös mahdollista tehdä vesikaton rakentaminen elementeiksi toisella tontilla. Tällöin tulee ottaa huomioon, että elementit joudutaan tekemään pienemmiksi kokonaisuuksiksi, jotta ne saataisiin kuljetettua kohteeseen kuorma-autolla. Tässä tapauksessa tulee ottaa myös huomioon, että kuorma-autossa, joka hoitaa kuljetuksen on itsessään nosturi, jolla elementit saadaan auton lavetille, ja työmaalla olevalla nosturilla elementit asennetaan paikoilleen. Kerrostalotyömailla oleva nosturi on yleensä tarpeeksi suuri nostamaan vesikattoelementit paikalleen, tästä huolimatta on silti hyvä tarkastaa nosturin ulottumat sekä maksimikuormat, jotta varmistutaan nostojen onnistumisesta. [1.]

6 Vesikaton rakentaminen

6.1 Paikalla rakentaen

6.1.1 Vesikaton puutyöt

Paikalla rakentaessa vesikaton puutyöt alkavat pohjien valmistelulla, jolloin yläpohjan ontelolaattaan tai paikalla valettuun laattaan kiinnitetään kattotuolien kiinnityspuut rakennesuunnitelmien mukaisesti. Kattotuolien paikat merkitään kiinnityspuihin ja tarkistetaan pohjan merkintöjen ristimitta, sen jälkeen kiinnitetään kattotuolien kiinnityksessä käytettävät kulmaraudat merkkien osoittamiin paikkoihin. Kulmarautojen asennuksessa kannattaa huomioida, ettei niitä asenneta kattotuolien naulalevyjen kohdalle, koska silloin kattotuolien kiinninaulaus hankaloituu. Kattotuolien asennus voidaan aloittaa pohjien teon jälkeen, aloittaen lähimpänä seinää olevasta kohdasta. Ensimmäinen kattotuoli tuetaan vinositein pystysuoraan, seuraavat kattotuolit nostetaan paikalleen yksitellen ja tuetaan pystysuoraan. Kattotuolien asennuksessa tulee seurata erittäin tarkasti kattotuolien sivuttaisasemaa, jolloin räystäslinjan tulee pysyä suorana. Mittatarkkuuden parantamiseksi kattotuolit tulee asentaa niin, että valmistajan leima on aina samalla puolella.

Mahdollisten savuhormien kohdalla tulee varmistaa, että paloturvallisuusmääräyksien mukaiset turvaetäisyydet toteutuvat ja näin ollen välttää palovaaroilta. Kattotuolien asennuksen aikaisen tuennan tulee olla niin tukeva, että kattorakenne kestää kovankin tuulenpuuskan, koska kattoja on sortunut liian heikon asennusaikaisen tuennan takia. Kattotuolien paikalleen asentamisen jälkeen ne pitää tukea rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaisin tuuli- ja nurjhdussitein, jolloin vesikaton jäykkyys paranee oleellisesti ja se saavuttaa lähes lopullisen jäykkyytensä. Vesikaton puutöiden seuraava vaihe on rakentaa päätyräystäsrakenteet rakennesuunnittelijan ohjeen mukaisesti. Kun vesikaton puurunkotyöt on saatu tehtyä, asennetaan otsalaudat. Otsalautojen asennuksen jälkeiset työvaiheet riippuvat siitä mitä materiaalia käytetään vesikatteenä. Tiili- ja peltikattoa tehdessä seuraavat vaiheet ovat aluskatteen ja tuuletusrimojen sekä ruoteiden asennus jonka jälkeen asennetaan tiilikate. Bitumihuopakatetta käytettäessä työvaiheet ovat umpinainen raakaponttilaudoitus, pohjahuopa ja pintahuopa. [8.]

6.1.2 Vesikatteen asennus

Tämän opinnäytetyön kaikissa tutkimuskohteissa oli käytössä bitumihuopakate, joten tässä luvussa käsitellään ainoastaan bitumihuopakatteen asennusta. Ennen vesikatteen asennuksen aloittamista tarkastetaan, että alusta on kiinteä ja tasainen, katolla ei ole rakoja eikä jyrkkäreunaisia hammastuksia, katteen alusrakenne on riittävän jäykkä ja kallistukset ovat tehty oikein, lisäksi esimerkiksi iv-piippujen läpiviennit ja niiden reunalistat ovat paikallaan. Olosuhteiden tulee vastata valmistajan tuotteilleen antamia vähimmäisolosuhtevaatimuksia, jolloin varmistutaan katteen toimivuudesta. Katolla tulitöitä tekeviltä työntekijöiltä tekijöiltä edellytetään kattotulityökorttia, lisäksi tulee noudattaa kaikkia turvallisuusmääräyksiä, esimerkiksi irrallisia kaasupulloja saa varastoida katolla yhteensä enintään 300 kg, tai paloviranomaisen ilmoittaman pienemmän määrän. [16.]

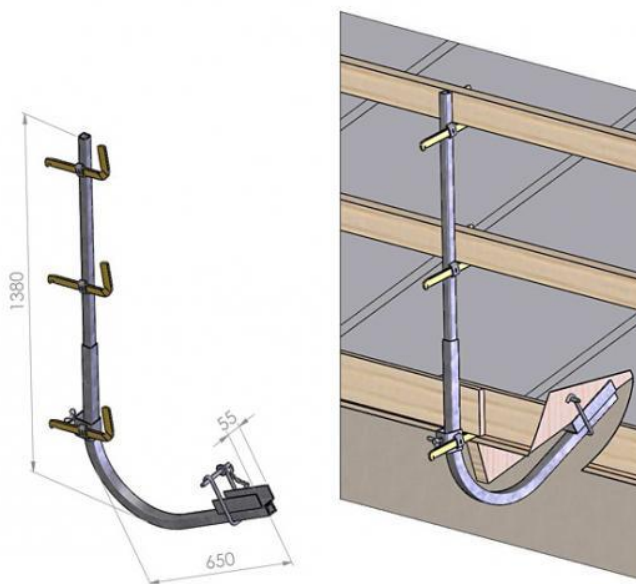
Monikermibitumikatteen asennuksessa kermien suunta valitaan katon muodon ja kaltevuuden mukaan niin, että vedet valuvat suunniteltuun suuntaan. Räystäät, harjat sekä sisä- ja ulkotaitteet katetaan aina näiden suuntaisilla kermeillä. Bitumikatteen alusta sivellään tarvittaessa bitumiliuoksella. Pohjabitumikermi voidaan asentaa liimaamalla, käyttämällä itseliimautuvia kermejä tai käyttämällä hitsattavia kermejä. Hitsauskiinnityksessä kermiä kuumennetaan koko leveydeltä nestekaasupuhaltimella samalla rullaten ja painaen kermiä tiukasti alustaansa. Erityisesti saumojen tiiviys varmistetaan, bitumin tulee pursua yli saumasta, hitsauskiinnityksessä jatkospituuden tulee olla 150 mm päätysaumassa ja 100 mm sivusaumasta. Pohjabitumikermi kiinnitetään usein myös mekaanisesti naulaamalla alustaansa, mekaanisessa kiinnityksessä noudatetaan valmistajan ohjeita. Pohjabitumikerman asennuksen jälkeen asennetaan pintakermi, pintakerman asennuksessa huomioidaan että päällekkäisten kermikerrosten saumat sijoitetaan eri kohtiin, kermejä tulee limittää 100—120 mm ja vähintään 150 mm jatkosten kohdalla, näin varmistetaan katteen vesitiiveys. [16.]

6.1.3 Työturvallisuus

Korkealla työskenneltäessä työturvallisuusriskit ovat aina suuret ja vesikatolla suurin riski on ihmisten ja tavaroiden putoaminen. Kattotuolien asennusvaiheessa yläpohjalle on lähes mahdotonta tehdä järkevästi kaiteita putoamissuojaukseksi, joten ainoa todellinen putoamisen torjunta keino on käyttää turvavaljaita. Kattotuolien asennusvaiheessa toinen suuri turvallisuusriski on kattotuolien nostot paikoilleen. Nostoissa nosturin-

kuljettajalla ja asentajilla tulee olla esteetön näkö- tai puheyhteys. Kattotuolit voivat olla hyvinkin pitkiä, joten tuuli tarttuu niihin herkästi. Tätä pyritään estämään kattotuolin päähän kiinnitetyllä ohjausköydellä. Matalissa rakennuksissa ohjausköysi on erittäin hyvä ja toimiva, mutta korkeissa kerrostaloissa ei kattotuolien liikkeitä voida hallita niin hyvin, sillä silloin on hankala saada esimerkiksi 20 metrin korkeudessa olevaan kattotuoliin sivusuuntaista ohjausta ohjausköydellä. Turvallisuusmääräysten mukaan yli 15 m/s tuulella nostotyöt tulee keskeyttää.

Nostoissa työturvallisuusriskit ovat myös taakan mahdollinen putoaminen, joka estetään käyttämällä ainoastaan hyväksyttyjä nostoapuvälineitä. Taakan putoamisen riskit minimoidaan myös rajaamalla nostoalue selkeästi ja kieltämällä työskentely siellä. [8.] Henkilönostinta pitää käyttää päätyräystäsrakenteiden teossa sekä aloittaessa aluskatteen ja ruoteiden asennusta tai aloittaessa raakaponttilaudoitusta, koska näiden työvaiheiden tekeminen turvallisesti muuten on erittäin hankalaa ja kallista. Päätyräystäisiin pitää myös asentaa kaidetolpat (kuva 12) henkilönostimesta, turvallisuuden takaamiseksi. Kattotuolien päihin voidaan asentaa jo maassa valmiiksi vesikattokaidetolpat, jolloin vesikatolla pitää tehdä vain kaidepuiden asennus valjastyönä.



Kuva 12 VEPE Oy, vesikattokaide. [17.]

Katolla työskennellessä on otettava huomioon myös materiaalien nostot katolle, ja niiden liukuminen vesikatolta alas on estettävä, alhaalla työskentelevien turvallisuuden

takaamiseksi. Kulku vesikatolle pitää järjestää turvallista reittiä mahdollisuuksien mukaan sisä- tai ulkokautta ja rakennuksen kiinteitä kulkuväyliä käyttäen, koska tällöin vältetään mahdollisesti erillisten porrasrakennelmien tekemiseltä. Huomioitavaa on, että talotikkaat eivät täytä työturvallisuusmääräyksiä, joten vesikatolle joudutaan rakentamaan työnaikainen kulkutie ja se tarkoittaa käytännössä määräykset täyttävää porrastornia tai jos mahdollista, tehdään sisäkautta kulku vesikatolle.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 2009/205 31 § Kulkutiet:

Kaikille työskentelypaikoille on järjestettävä riittävästi turvallisia, tarkoituksenmukaisia, helposti käytettäviä, soveltuvia ja tarvittaessa selvästi merkittyjä kulkuteitä. Kulkutiet, lattiat, portaat, käytävät ja vastaavat on pidettävä sellaisessa kunnossa, että liukastumis-, kompastumis- ja putoamisvaara on mahdollisimman vähäinen.

Työskentelykohteisiin tulee järjestää turvallinen kulku ottaen huomioon muun muassa kulkukertojen tiheys, työskentelypaikan korkeus ja työskentelyn kesto.

Portaat ja kulkutiet on tehtävä vähintään 0,6 metriä leveiksi. Kuljetussiltojen leveyden on oltava vähintään 1,0 metriä.

Rakenteista ulkonevat teräkset, pultit ja muut tapaturman vaaraa aiheuttavat esineet on katkaistava, suojattava tai taivutettava. [18.]

6.1.4 Aikataulu

Paikallaan rakentaessa vesikattotyöt sijoittuvat aikataulussa runkotyön jälkeisiksi töiksi. Edeltäviä työvaiheita ovat yläpohjan ontelokentän valu ja mahdolliset yläpohjan seinäelementti asennukset. Perinteiseen tapaan rakennettaessa vesikattotyöt voidaan aloittaa vasta, kun viimeinenkin yläpohjan elementti on asennettu. Kappaleessa 7. Kustanusvertailu, vertaillaan tarkemmin eri rakennustapojen vaikutusta aikatauluun ja töiden keston.

6.1.5 Paikallaan rakentamisen hyödyt ja haitat

Hyödyt:

- Tunnettu menetelmä, kokeneille työntekijöille selkeää työtä.
- Isojen virheiden mahdollisuus pieni, asennettaessa kattotuoleja yksitellen paikoilleen huomataan yleensä nopeasti, jos jotain on tehty väärin.

Haitat

- Paljon korkealla työskentelyä, joka on kaikin puolin tehotonta ja hidasta.
- Nosturia tarvitaan koko työn ajan, kattotuolien ja tarvikkeiden nostot sitovat nosturin käytön.
- Materiaalien saaminen katolle ja katolla siirtely työlästä.
- Paljon henkilönostimella tehtäviä töitä, räystäsrakenteiden teossa tarvitaan henkilönostimia.
- Paljon turvallisuusriskejä, kuten korkealla työskentely sekä paljon nostoja.
- Katon saaminen vesitiiviiksi kestää kauan, kosteudenhallinta hankaloituu.
- Talven aiheuttamat lisätyöt hankaloittavat työtä oleellisesti, lumien poistot ja liukkaus ovat myös turvallisuusriski.

6.2 Maassa elementeiksi rakentaminen

6.2.1 Pohja- ja puutyöt

Vesikaton maassa elementeiksi rakentaminen alkaa elementtien kokoamisalustan rakentamisella, maanpinnan tulee olla tasainen ja tiivis alustan kantavuuden varmistamiseksi. Kokoamisalusta rakennetaan esimerkiksi 100 mm x 100 mm:n puutavarasta tai liittämällä yhteen kaksi 50 mm x 100 mm puuta, alustan puutavara tuetaan tukevasti toisiinsa ja alustaan merkitään kattotuolien paikat sekä tarkastetaan alustan suorakulmaisuus. Jos puutavaran varastointipaikat on suunniteltu oikein, on nosturin tarve työssä erittäin vähäinen ja esimerkiksi kattotuolit voidaan siirtää kahden työntekijän voimin paikoilleen. Puutyöt tehdään lähes samalla tavalla kuin perinteisestikin, kattotuolit tuetaan paikoilleen (kuva 13), tehdään kattotuolien lopullinen tuenta ja asennetaan nos-

tonaikaiset tuennat sekä nostopalkit, tehdään päätyräystäsrakenteet ja otsalaudoitus. Tehdessä vesikattoelementtiä maassa tulee olla aikaisessa vaiheessa yhteydessä alirakoitsijoihin, jolloin ilmanvaihto- ja sähköasentajat pääsevät halutessaan tekemään asennuksiaan maassa. Tehtäessä räystäät mahdollisimman valmiiksi myös maalausurakoitsijan työt helpottuvat oleellisesti, kun vesikaton maalaustyöt voidaan suorittaa maassa ja ainoastaan pieniä paikkaustöitä jää tehtäväksi vesikaton asennuksen jälkeen. [1.]



Kuva 13 Vesikaton puutyöt käynnissä.

6.2.2 Vesikatteen asennus

Tämän opinnäytetyön kaikissa tutkimuskohteissa oli käytössä bitumihuopakate, joten tässä luvussa käsitellään ainoastaan bitumihuopakatteen asennusta. Vesikatteen asennus tehdään noudattaen samoja ohjeita kuin paikallaan rakentaessakin. Vesikatteen asennusurakoitsijaan tulee olla yhteydessä aikaisessa vaiheessa, sillä rakennettaessa vesikatto maassa suurin hyöty saavutetaan juuri vesikatteen nopealla vedenpitävyydellä ja vedenpitävyyttä ei saavuteta ilman vesikatetta. Bitumihuopakatteen pohjahuopa tulee asentaa maassa valmiiksi, nopean vesitiiveyden saavuttamiseksi. Pohjahuovan asennuksessa tulee huomioida vesikattoelementtien liittyminen toisiinsa eli jättää elementtien liittymiin irtonaista huopaa, kuten kuvassa 14.



Kuva 14 Vesikattoelementtien saumoihin jätetty bitumihuovan liitosvarat.

Kattoelementtien noston jälkeen kattoelementit kiinnitetään alustaansa ja elementtien saumoihin sekä nostoliinojen reikiin tehdään täytteet vanerista. (kuva 15) Täytteiden asennuksen jälkeen pohjahuopa voidaan liittää yhtenäiseksi ja tiiviiksi.



Kuva 15 Vaneritäyte vesikattoelementtien saumassa.

6.2.3 Työturvallisuus

Rakennettaessa vesikatto maassa elementeiksi katolle tehtäviä töitä jää paljon vähemmän, jolloin työturvallisuus paranee. Maassa rakennettaessa vesikaton putoamissuojaukset voidaan asentaa valmiiksi vesikattoelementteihin ja vesikattoelementtien noston jälkeen vesikatolla on heti turvallisempaa työskennellä. Työskentely maanpin-

nalla on turvallisempaa, sillä ympäristö on helpompi pitää siistinä ja esimerkiksi talven aiheuttamat lumi- ja suojaustyöt on paljon turvallisempi suorittaa maassa. Nosturin käyttö on paljon vähäisempää elementtien kokoamisvaiheessa, nosturia tarvitaan ainoastaan elementtien asennusvaiheessa ja nostaessa tarvikkeita katolle asennuksen jälkeen. [1.] Vesikaton maassa rakentamisen vaarallisin vaihe on vesikattoelementtien nosto, nostosta pitää tehdä nostotyösuunnitelma ja nostossa tulee noudattaa tarkasti rakennesuunnittelijan määräämiä nostotapoja ja käyttää nostoapuvälineitä.

§ 43 Lisämääräykset puuelementtirakentamisen turvallisuudesta

(Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009)

Puuelementtien asennussuunnitelmaa laadittaessa on otettava huomioon puuelementtien liitosten vaikutus rakenteen työnaikaiseen vakavuuteen ja asentamisen turvallisuuteen. Elementtirakenteiden, kuten esimerkiksi pienelementtien, suurelementtien, tilaelementtien, liimapuurakenteiden, viilupuurakenteiden ja vastaavien elementtien toteutuksen työturvallisuus on suunniteltava.

Puuelementtien nostokohdat on tarkistettava ennen nostoa. Erityisesti on huolehdittava siitä, etteivät rakenteet halkeile tai muuten vaurioidu liittimien, nostolenkkien ja vastaavien rakenteen osien kohdalta. [18.]

Ennen nostoa tulee tarkastaa mahdollisten noston aikaisten lisätukirakenteiden kiinnitykset, noston ajaksi elementteihin tulee kiinnittää ohjausköysi, jolla voidaan hallita elementin liikkeitä ilmassa. Nostoissa noudatetaan samoja ohjeita kuin paikallaan rakentaessa. Suurien elementtien kuten kattoelementtien nostoissa tulee erityisesti kiinnittää huomiota tuulen nopeuteen sekä siihen, että elementti nousee vaakasuorassa. Vesikattoelementtien noston jälkeisissä työvaiheissa, kuten vesikaton räystäs- ja otsalautojen jatkosten tekemisessä, käytetään henkilönostimia. [1.]

6.2.4 Aikataulu

Aikataulullisesti työ sijoittuu runkotyön kanssa rinnakkain, vesikattoelementtien rakentaminen voidaan aloittaa heti kun maanrakennusurakoitsija on saanut tasattua pohjat vesikattoelementtien kokoamisalustaa varten. Vesikattoelementtien rakentaminen tulee ajoittaa niin, että elementit ovat täysin valmiina nostoon heti runkotyön valmistuttua. Vesikattoelementtien asennus kestää pistekerrostalossa noin puoli päivää ja tämän jälkeen tehdään elementtien liitokset ja pohjahuovan paikkaukset. [1.]

6.2.5 Vesikaton elementteinä rakentamisen hyödyt ja haitat

Hyödyt:

- Turvallisempi, paljon vähemmän korkealla tehtävää työtä.
- Nosturin tarve vähäisempi, nosturia tarvitaan ainoastaan vesikattoelementtien nostovaiheessa.
- Tehokkaampaa työskentelyä maassa, kaikki työkalut ja materiaalit lähellä.
- Vain vähän henkilönostin- ja valjastyöskentelyä, ainoastaan räystäsrakenteiden jatkokset ja vesikattokaiteiden irrotukset tehdään henkilönostimesta.
- Kosteuden hallinta paranee oleellisesti, rakennus saadaan sateelta suojaan parhaillaan elementtiasennuksen loputtua, seuraavana päivänä.
- Sisätyövaihe voidaan aloittaa nopeammin, rakennuksen kuivumisen alkaminen nopeutuu joten sisävaiheen aloitus nopeutuu.
- Aikataulusäästö, jopa useita viikkoja, sisätyövaihe aikaistuu jolloin koko rakentamisaika lyhenee.
- Ilmanvaihto- ja sähköurakoitsijoiden työ helpottuu, ilmanvaihto- ja sähkötyöt voidaan osittain tehdä elementteihin valmiiksi jolloin katolla työskentely vähenee.

- Talven aiheuttamat lisätyöt voidaan suorittaa tehokkaasti, lumi ja jää on paljon helpompi poistaa maassa. Elementin suojaaminen on helpompaa maassa ja liukkauden aiheuttamat riskit on helpompi hallita maassa.

Haitat:

- Vaatii paljon tilaa työmaalla
- Nostotyö vaatii hyvän suunnitelman, rakennesuunnittelijan työt lisääntyvät hieman.
- Uusi työtapa, vähän kokemuksia ja ohjeita
- Kova tuuli voi estää elementtien noston.

6.2.6 Vesikattoelementtien rakentaminen kauempana

Työmaa-alue ja tontti ovat usein nykypäivänä ahtaita, jolloin vesikattoelementtien rakentaminen vaatisi kohtuuttoman paljon tilaa. Tällöin vesikaton elementtirakentaminen ei olisi tehokasta, sillä työmaalla jouduttaisiin tekemään ylimääräisiä materiaalisiirtoja ja mahdollisesti rakentamaan vain yksi elementti kerrallaan ja näin ollen vesikaton vesitiiviiksi saamiseen kuluisi edelleen kauan aikaa. Tällöin vesikattoelementit voidaan rakentaa hieman kauempana, jos rakennusliikkeellä itsellään on tontti, jossa elementit voitaisiin rakentaa, tai sitten vuokraamalla maa-alue elementtien rakentamiseen.

Näin rakennettaessa aliurakoitsijat ja omat työntekijät saisivat rakennettua vesikattoelementit samaan valmiusasteeseen kuin työmaalla tehtäessä, ainoana rajoittavana tekijänä on elementtien maksimileveys. Normaalissa tieliikenteessä ilman erikoisjärjestelyitä voidaan kuljettaa 2,55 m leveää kuormaa ja yhdistelmän kokonaiskorkeus saa olla enintään 4,2m [19] Tämä tarkoittaa että käytännössä elementtiin voidaan liittää vain kolme kattotuolia. Tällaisessa tapauksessa vesikattoelementtien kuljetukset elementin kokoamispaikalta työmaalle tulisi hoitaa kuorma-autoyhdistelmällä jossa on nosturi, tällöin kokoamispaikalla ei tarvita erillistä nostokalustoa. Kaikki vesikattoelementit kootaan valmiiksi ja niiden siirrossa kuorma-autoa tarvitaan ainoastaan element-

tien asennuspäivänä, välimatkasta riippuen maksimissaan yhden päivän ajan, Helsingin KTK:n hinnaston mukainen tuntiveloitus on noin 100 €/h.

Vesikattoelementtien valmistaminen voidaan myös teettää aliurakkana, esimerkiksi kattoristikkovalmistajan tehtaalla. Valmistettaessa vesikattoelementit tehtaassa ovat kaikki olosuhteet hallittavissa.

Kun vesikattoelementit rakennetaan kauempana ja pienemmissä osissa, korostuu niiden liitoksien suunnittelun tärkeys ja vesikatemateriaalin valinta erittäin tärkeäksi. Vesikattoelementtien liitokset tulee suunnitella niin, että niiden yhdistämiset voidaan tehdä mahdollisimman helposti.

7 Kustannusvertailu

7.1 Materiaalikustannukset

Vesikaton rakennustavasta johtuen materiaalien kustannukset eivät oleellisesti muutu, lisämateriaaleina tarvitaan ainoastaan nostopalkit ja nostonaikaiset tuennat sekä vesikattoelementtien liitoksien takia yksi ylimääräinen kattotuoli.

7.2 Työkustannukset

Työkustannuksina vertaillaan tässä luvussa As Oy Porin Trumpetin toteutuneita kustannuksia laskennallisesti saatuihin Ratu-menekkeihin perustuviin kustannuksiin. Tutkimuskohteessa on loiva pulpettikatto ja katteena bitumihuopakate, vesikattoon liittyi myös metallirunkoinen vesikaton osa, mutta sitä ei ole huomioitu näissä laskelmissa. Puurakenteisen vesikaton pinta-ala oli noin 270 m². Työtä tekemässä oli työpari, johon kuului rakennusammattimies sekä rakennusmies.

As Oy Porin Trumpetissa vesikattoelementtien valmistukseen varattiin aikaa 13 päivää. Tässä ajassa työntekijät kokosivat elementit, tekivät räystäsrakenteet, nostoaikaiset tuennat, vesikatteen aluslaudoituksen ja ilmavaihtolaitteistojen piiput sekä vesikattokaihteet. Aliurakoitsijat asensivat viemärien tuuletusputket, ilmanvaihtolaitteistoa ja vesikatteen pohjabitumihuovan sekä maalasivat räystäsrakenteet. Kun kerrostalon elementtirunko oli valmis, asennettiin vesikattoelementit paikoilleen noin 4 tunnissa ja samana päivänä tehtiin myös elementtien liitokset toisiinsa.

Vertailussa käytetään rakennusmiehen kustannuksena 21 €/h ja rakennusammattimiehen kustannuksena 27 €/h. Vesikattoelementtien valmistuksen kustannukset ovat siis $13 \text{ pvä} * 8 \text{ h} * (21 \text{ €} + 27 \text{ €}) = 4992 \text{ €}$. Elementtien nostojen ja liitoksien kustannukset $8 \text{ h} * (21 \text{ €} + 21 \text{ €} + 21 \text{ €} + 27 \text{ €}) = 672 \text{ €}$. Lisäksi pintakermin asennuksen kustannukset $151 \text{ tth} * 24 \text{ €} = 3624 \text{ €}$. Kaikki kustannukset yhteensä 9228 €.

Alla olevassa taulukossa 1 on laskettu tutkimuskohteen mukainen vesikatto paikallaan rakennettaessa Ratu-menekkien mukaan.

Taulukko 1. Vesikaton paikallaan rakentamisen työmenekit esimerkki kohteessa [2,16].

Työnosat	Työmenekki		Pinta-ala / jm / kpl	tth
Aloittavat työt (Suoritemääräkerroin 1, TL3 kerroin 1,15)				
Tavaran vastaanotto ja välivarastointi	0,01	tth/m2	270	3,1
Siirrot, nosturi	0,2	tth/kerta	30	6,9
Materiaalisiirrot	0,06	tth/m2	270	18,6

Vesikattorakenteet (Suoritemääräkerroin 1, TL3 kerroin 1,15)				
Kiinnitypuiden asennus (arvio)	0,01	tth/m2	270	3,1
Mittaus	0,04	tth/kattotuoli	38	1,7
Kattotuolitasennus	0,55	tth/kpl	38	24,0
Räystäsrakenne	0,4	tth/jm	65,4	30,1

Katealusta (Suoritemääräkerroin 1, TL3 kerroin 1,15)				
Umpilaudoitu	0,18	tth/m2	270	55,9

Lopettavat työt (Suoritemääräkerroin 1, TL3 kerroin 1,15)				
Siivous,suojaus	0,01	tth/m2	270	3,1

Katteen asennus (suoritemääräkerroin 1,1)				
Aloittavat työt, materiaalien siirrot >300m2	0,08	tth/m2	270	23,8
Aluskermi	0,03	tth/m2	270	9,2
Pintakermi	0,51	tth/m2	270	151,5
Läpivientien tiivistäminen	0,5	tth/kpl/kerros	8	4,4
Räystäiden, ylösnostojen tekeminen	0,05	tth/jm/kerros	75,4	4,1
Lopettavat työt, siivous yms.	0,01	tth/m2	270	2,4
Yhteensä 342 tth				

Kokonaisaika tämän tyyppiselle katolle (työryhmällä yksi rakennusammattimies + rakennusmies) on 21 työvuoroa, eli rungon valmistumisen jälkeen 21 päivän päästä vesikatto on valmis. Työryhmän lisäksi nostettaessa vesikaton rakennusmateriaaleja tarvitaan yksi rakennusmies kiinnittämään taakka nosturiin, alla olevassa kustannuslaskelmassa se on otettu huomioon. Aikataulu laskelmassa ei ole otettu huomioon vesikatolle

tehtäviä ilmastointilaitteiston vaatimia puisia piippurakenteita eikä vesikattokaiteiden asennusta, arviolta niiden tekemiseen kuluisi työparilta 2 pvä.

Vertailussa käytetään rakennusmiehen kustannuksena 21 €/h ja rakennusammattimiehen kustannuksena 27 €/h. Työkustannukset perinteiseen tapaan rakennettaessa ovat $23 \text{ pvä} * 8 \text{ h} * (21 \text{ €} + 27 \text{ €}) + (21 \text{ €} * 24 \text{ h}) = 9336 \text{ €}$ sisältäen vesikattorakenteet, piippurakenteineen ja kaiteineen sekä alamiehen kustannukset.

Voidaan sanoa että laskelmien perusteella työkustannukset rakennustavasta riippuen juurikaan eroa.

Tutkimuskohteessa As Oy Porin Trumpetissa vesikaton rakentaminen maassa oli tiedossa jo aikaisessa vaiheessa. Kun aliurakkatarjouksia on pyydetty, eivät hankinta henkilöt ole kuitenkaan huomioineet vesikaton rakentamista maassa, mutta jos vesikaton rakentamistapa olisi kerrottu kaikille aliurakoitsijoille jo tarjouspyyntövaiheessa, olisi tällä saavutettu kustannussäästöjä. Esimerkiksi maalausurakoitsijan on huomattavasti helpompi maalata räystäsrakenteet maassa kuin ylhäällä ja kallista henkilönostinta käyttäen. [1.]

7.3 Kalustokustannukset

Rakennettaessa vesikatto paikallaan kalustokustannuksiin kuuluvat torninosturin kustannukset koko vesikattotyön ajalta sekä henkilönostimien vuokrat. Henkilönostimien vuokrassa on huomioitu otsalautojen ja räystäiden umpilautoituksen asennus kahta henkilönostinta käyttäen, sekä yhdellä henkilönostimella räystäiden maalaukset ja vesikattokaiteiden irrotukset.

Elementteinä rakennettaessa kalustokustannuksiin kuuluvat torninosturin kustannukset elementtien nostopäivältä sekä kaksi päivää tämän jälkeen, jolloin katolle saadaan nostettua tarvikkeita esimerkiksi pintahuopaa. Lisäksi tarvitaan henkilönostin, jonka kustannuksina yksi päivä räystäiden jatkosten paikkaukseen, ja yksi päivä vesikattokaiteiden irrotukseen.

Taulukko 2. Kalustokustannusvertailu [1.]

Paikallaan rakennettaessa			
Kalusto	Kustannus	Aika	Yhteensä
Torninosturi	60€/h	21x8h	10080€
Henkilönostin	491/375€	5x8h	2107€
Maassa rakennettaessa			
Torninosturi	60€/h	3x8h	1440€
Henkilönostin	491/375€	2x8h	866€

Paikallaan rakennettaessa kalustokustannukset ovat 12 187 € ja rakennettaessa vesikatto maassa 2 306 €. Joten voidaan todeta, että vesikaton rakentaminen maassa on kalustokustannuksien kannalta erittäin kannattavaa.

7.4 Kustannusten yhteenveto

Vesikaton rakentamisen kustannukset muodostuvat materiaali-, työ- ja kalusto kustannuksista. Voidaan todeta että materiaali- ja työkustannukset pysyvät käytännössä samoina vesikaton rakennustavasta riippumatta. Rakennettaessa talvella ovat talven aiheuttamat lisätyöt helpompi ja sitä kautta myös halvempaa toteuttaa, silloin kun vesikatto rakennetaan maassa. Kalustokustannuksissa saavutetaan selvää säästöä lähes 10 000€ rakennettaessa vesikatto maassa. Lisäksi kun otetaan huomioon koko rakennusajan lyheneminen, joka saavutetaan rakennettaessa vesikatto maassa. Tämän tyyppisessä kohteessa saavutettu rakennusajan lyheneminen on noin 2 viikkoa ja kohteen rakennuskohteen yleiskustannusten ollessa noin 2000€ päivässä saavutetaan 20 000€ säästöt, joten yhteensä kohteessa säästettiin noin 30 000€ pelkästään muuttamalla vesikaton rakennustapa.

8 Johtopäätökset

Työmaan toimihenkilöillä oli vesikaton rakentamisesta maassa kaksi hyvää kokemusta, As Oy Huittisten Keskushovin ja As Oy Porin Trumpetin työmaalta. Tämän opinnäytetyön aikana tehdyissä kirjallisuustutkimuksissa yllätyttiin siitä, ettei juuri tästä aiheesta löydy käytännössä yhtään kirjoitettua tietoa. Aiheesta on tehty muutama opinnäytetyö, mutta ne ovat tosin liittyneet enemmän pientalojen vesikaton toteutukseen elementteinä.

Saatujen tuloksien ja kokemusten mukaan vesikaton tekeminen maassa elementeiksi on erittäin kannattavaa ja tämän rakennustavan uskotaan yleistyvän paljon. Rakennettaessa tällä uudella tavalla saavutetaan suuria hyötyjä monella osa-alueella, tärkeimpinä korkealla työskentelyn väheneminen ja näin ollen työturvallisuuden paraneminen. Toinen selkeä etu on rakennuksen kosteudenhallinnan paraneminen, koska parhaimmillaan vesikaton rakentaminen elementteinä nopeuttaa kahdella viikolla vesikaton vesitiiveyden saavuttamista. Vesikaton nopea vesitiiviyys nopeuttaa paljon rakennuksen kuivumista ja näin ollen sisätyövaiheen aloittamista, tämä sisätyövaiheen nopeampi aloittaminen voidaan käytännössä lyhentää suoraan yleisaikataulusta. Vesikaton rakennustapa vaikuttaa myös aliurakoitsijoiden kustannuksiin, joten se kannattaa ottaa huomioon jo urakkasopimusvaiheessa parhaiden säästöjen saavuttamiseksi. Työntekijät ovat alkuihmettelyn jälkeen olleet kiinnostuneita uudesta rakennustavasta ja todenneet sen hyväksi sekä heidän työturvallisuuttaan parantavaksi työtavaksi.

Jatkossa tätä rakennustapaa tullaan käyttämään tulevilla asuinrakennuskohteissa ja rakennustapaa yritetään vielä hieman kehittää. Kehitysideana on se, että katto tehtäisiin vielä suurempina elementteinä. Rakennesuunnittelija suunnittelee, onko tällainen mahdollista ja lisääkö se olennaisesti esimerkiksi noston aikaisen tuennan määrää.

9 Pohdinta

Rakennusala kehittyy jatkuvasti, kokoajan pyritään rakentamaan nopeammin, turvallisemmin, laadukkaammin ja pienemmillä kustannuksilla. Tehokkuutta parannetaan esimerkiksi elementtirakentamisella. Elementtirakentaminen on nykyään paljon yleisempää kuin paikallaan rakentaminen, sekä kerrostalorakentamisessa että pientalorakentamisessa. Tutkimuskohteet ovat olleet täyselementtitaloja ja taloissa on kylpyhuoneetkin nostettu valmiina tilaelementteinä paikoilleen, ja näin lisätty rakentamisen tehokkuutta. Vesikattotöitä on kuitenkin tehty lähes aina samalla vanhalla tavalla, nyt on ymmärretty että myös vesikatto voidaan rakentaa elementeiksi ja nostaa paikoilleen. Tutkimuskohteiden tulosten perusteella voidaan sanoa että vesikaton rakentaminen maassa parantaa rakentamisen laatua, nopeuttaa valmistumista, vähentää kustannuksia ja ennen kaikkea parantaa työntekijöiden turvallisuutta. Vesikaton rakentaminen elementteinä tulee varmasti lisääntymään ja esimerkiksi As Oy Porin Trumpetin viereen rakennettavan As Oy Porin Sellon vesikatto rakennetaan maassa elementeiksi.

Työn tekeminen on ollut erittäin mielenkiintoista ja työ on ollut sopivan käytännön läheinen rakennusmestariopiskelijalle. On ollut myös hienoa päästä näkemään käytännössä vesikaton rakentamista maassa sekä vesikattoelementtien paikalleen nostoa.

Lähteet

- 1 Jantunen, Teijo. 2012. Vastaava työnjohtaja Skanska Oy, Pori. Haastattelu 26.6.2012, 21.9.2012.
- 2 Rakennustieto Oy. 2004. Puurunkotyö, vesikattorakenteet. Ratu 51-0258.
- 3 Sepa Oy. 2012. Puurakenteiden laaduntarkastusyhdistyksen NR-rakenteiden asennus- ja käsittelyohjeet. Verkkodokumentti.
<http://www.sepa.fi/media/kattoristikot/ohjeet/ply_nrohjeet_uusi.pdf>. Luettu 12.9.2012.
- 4 Rakennustieto Oy. 1981. Vesikaton kaltevuudet, katteen valinta. RT 85-10141.
- 5 Rakennustieto Oy. 2010. Yläpohjarakenteita. RT 83-11010.
- 6 Kattoliitto Ry. Tiilikatot. Verkkodokumentti.
<<http://www.kattoliitto.fi/index.phtml?s=109>> Luettu 5.9.2012.
- 7 Rakennustieto Oy. 2010. Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus. Ratu S-1227.
- 8 Rakennustieto Oy. 2003. Puuelementtityö. Ratu 53-0262.
- 9 Rakennustieto Oy. 2005. Työmaan aputyöt ja huolto. Ratu 1214-S.
- 10 Finlex, Valtion säädöstietopankki. 2003. Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta. Verkkodokumentti.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030578>> Luettu 7.9.2012.
- 11 Rakennustieto Oy. 2010. Talvityöt ja –kustannukset. Ratu C8-0377.
- 12 Työterveyslaitos. 2009. Rakennusalan terveys ja turvallisuus 2000-luvulla. Verkkodokumentti.
<http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus_ja_riskien_hallinta/riskien_hallinta/Documents/Rakennusalan%20profiili_240809.pdf> Luettu 12.9.2012.
- 13 Rakennustieto Oy. 2004. Nostotyösuunnitelma. Ratu TT 05-00441.
- 14 Sisäilmayhdistys ry. 2008. Työmaan kosteudenhallinta. Verkkodokumentti.
<http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/korjausten_laadunvarmistus/tyomaan_kosteudenhallinta/> Luettu 16.9.2012.

- 15 Rakennustieto Oy. 2007. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Ratu C2-0299.
- 16 Rakennustieto Oy. 2007. Vesikaton vedeneristys. Ratu 63-0304.
- 17 Machinery Oy. 2012. Tuoteluettelo. Verkkodokumentti.
<http://www.machinery.fi/rakentaminen/kaiteet-ja-aidat/suojakaiteet/vepe-harjakattokaide/>> Luettu 22.9.2012.
- 18 Finlex, Valtion säädöstietopankki. 2009. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Verkkodokumentti.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205>> Luettu 1.9.2012.
- 19 Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2011. Suurimmat sallitut mitat kuljetet-
essa ajoneuvoa normaaliliikenteessä Suomessa. Verkkodokumentti..
<[http://www.ely-keskus.fi/fi/Liikenne/Lupaasiat/Erikoiskuljetukset/ Erikoiskulje-tusluvantarve/Documents/suurimmat_sallitut_mitat.pdf](http://www.ely-keskus.fi/fi/Liikenne/Lupaasiat/Erikoiskuljetukset/Erikoiskulje-tusluvantarve/Documents/suurimmat_sallitut_mitat.pdf)>. Luettu 1.10.2012.